ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1930.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE TERMIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau le Tome II des *Œuvres de Janssen*, publiées par M. H. Dehérain.

M. **A. Lacroix** dépose sur le bureau deux Mémoires :

1° *Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent*, sa contribution au Livre Jubilaire du Centenaire de la Société Géologique de France;

2° *La constitution minéralogique et chimique des laves intrapacifiques* (*Pacifique central austral*), dans quoi il a résumé ses recherches présentées au Congrès scientifique du Pacifique, tenu à Java l'an dernier.

NÉCROLOGIE. — *Notice sur Achille Le Bel* (¹), par M. **Georges Urbain**.

Je retracerai brièvement ici en un pieux et modeste hommage à notre confrère Achille Le Bel, ce que je sais de l'homme, de sa vie et de son activité scientifique.

Après avoir acquis à l'École Polytechnique la forte culture mathématique qui fut la base solide de ses connaissances extrêmement variées et étendues, Le Bel prit la direction des usines de Pechelbronn dont il avait,

---

(¹) Séance du 11 août 1930.

avec ses sœurs, hérité de son père. L'impulsion qu'il sut donner à cette exploitation de pétroles eut bientôt des suites heureuses. Le développement qu'elle a aujourd'hui en témoigne. C'est à ce propos qu'il développa ses connaissances de chimie, de physique et de géologie. Ces sciences le passionnèrent à tel point que, dix ans plus tard, il résolut, pour s'y consacrer exclusivement, d'abandonner l'industrie où s'étaient révélées ses brillantes qualités d'inventeur.

Il réalisa alors sa fortune et quitta l'Alsace pour s'installer définitivement à Paris, dans ce quartier intellectuel et tranquille qu'est la Montagne Sainte-Geneviève.

Après un court séjour au laboratoire de Balard, Le Bel, séduit par l'enseignement de Würtz, se rangea aux côtés de ce Maître et joua un rôle actif dans la lutte héroïque qui mettait alors aux prises les Équivalents et les Atomes. Le tempérament du jeune chimiste s'exaltait aux brillantes promesses de l'Atomisme renaissant. Son imagination en constant éveil se peuplait d'atomes liés les uns aux autres par les forces de leurs valences. Dans ce monde atomique nouveau et imagé que Würtz animait, Le Bel avait trouvé la féerie intellectuelle qui convenait à la forme objective et précise de son esprit. Mais il ne pouvait concevoir les molécules plates dont on se satisfaisait autour de lui. Il rêvait pour elles les trois dimensions de l'espace. Et parce qu'il avait du génie, il devait bientôt les leur attribuer.

Pasteur avait clos ses magnifiques recherches sur l'énantiomorphie cristalline par sa célèbre remarque sur la dissymétrie moléculaire, qui avait pour but d'expliquer le pouvoir rotatoire des corps dissous. Ce principe hantait l'esprit de Le Bel, qui s'efforçait de l'appliquer par le truchement des formules de constitution de la jeune école chimique.

Si ces formules ne se bornaient pas à symboliser la possibilité des réactions dites fonctionnelles, si elles atteignaient la structure réelle des molécules, elles devaient trahir la dissymétrie moléculaire que Pasteur avait rendue responsable du pouvoir rotatoire, mais dont ce grand homme n'avait pu parler qu'en termes abstraits.

La solution de ce beau problème devait être donnée partiellement par Van't Hoff, complètement par Le Bel, l'un en Hollande, l'autre à Paris et presque simultanément.

L'activité optique devenait tributaire, dans les composés organiques, de l'asymétrie de formules à trois dimensions dans lesquelles les radicaux liés aux carbones se trouvaient aux sommets de tétraèdres virtuels, à l'intérieur desquels les atomes de carbone eux-mêmes orientaient les forces d'attrac-

tion de leurs valences. Van't Hoff avait considéré le carbone asymétrique et le tétraèdre régulier comme suffisants. Le Bel démontra par l'exemple de l'acide mésotartrique qu'il n'en était rien, puisque cet acide est inactif et qu'il renferme deux carbones asymétriques. Il nia même — ce que l'expérience a justifié depuis — que l'asymétrie du carbone soit toujours nécessaire, et il considéra le tétraèdre régulier seulement comme la solution la plus simple d'un problème qui pouvait en admettre bien d'autres.

Dans la notice de ses travaux, qu'il a rédigée de main de maître, Le Bel a présenté son système stéréochimique comme une géométrie dont le monde atomique est astreint à suivre les théorèmes; il a donné de ceux-ci le logique enchaînement. Il est admirable qu'il l'ait fait sans omission et sans que l'avenir ait eu à y apporter la moindre retouche.

Tel est le monument presque unique dans l'histoire des sciences que ce savant de haute lignée a légué aux générations, alors qu'il avait à peine 30 ans. Tel est le titre qui a rendu son nom impérissable. Fondateur d'une science devenue classique et qui a rendu et rendra indéfiniment à la Science d'inestimables services, Le Bel a porté très haut dans le monde le renom scientifique de son pays. Sa perte sera douloureusement ressentie dans le monde entier par tous ceux qui connaissent les principes de la stéréochimie et que de tels chefs-d'œuvre de science peuvent émouvoir.

Les conséquences de cette invention sont dès maintenant incalculables. Inextricable là question chimique des sucres — et bien d'autres du domaine de la biochimie et de la chimie pure — sans cette stéréochimie que Le Bel a créée de toutes pièces autant de son esprit que de ses mains. Car il a illustré lui-même ses théorèmes par des faits indiscutables qu'il a su choisir absolument démonstratifs. Il a fait mieux, ayant lui-même généralisé sa doctrine en montrant qu'elle est applicable aussi bien à l'azote qu'au carbone. Or les difficultés expérimentales relatives à l'azote sont considérables et s'accumulent lors de la séparation nécessaire des isomères optiques.

Cette généralisation a d'ailleurs fait, depuis, bien du chemin, puisqu'elle s'étend aujourd'hui à la chimie d'une quinzaine d'éléments dont la plupart ne figurent pas dans la constitution des substances élaborées par la vie. Nul ne peut douter aujourd'hui que les principes de Le Bel ne dominent la Chimie tout entière.

La faculté qu'avait Le Bel de voir dans l'espace sans le secours du tableau noir ou du papier était surprenante. Il voyait sans les tracer les figures les plus compliquées, et savait y saisir ceux des rapports que l'expérience pouvait le plus aisément contrôler. C'est pourquoi il ne cultiva guère que l'expérience cruciale, la seule qui réponde par oui ou par non aux sug-

gestions de la raison ou de l'intuition créatrices. Cette méthode, qu'il devait peut-être à sa culture mathématique, domine toute son œuvre et en éclaire les diverses particularités.

Pour bien comprendre le savant que fut Le Bel, il faut tenir encore largement compte des extraordinaires succès qui consacrèrent une réputation universelle à l'âge où, dans une science telle que la chimie, chaque chercheur ne fait guère que poursuivre son apprentissage. Bien qu'il ne se soit jamais départi de la modestie et de la simplicité qui conviennent aux esprits réellement supérieurs, il ne voulut jamais rien publier qui ne fût d'une originalité vraie ou dont les conséquences manquaient de portée.

C'est ainsi, que durant dix ans, il s'efforça de relier les formes cristallines aux structures moléculaires, refusant aux sollicitations de ses amis de publier ceux de ses résultats qu'il jugeait sans importance, ou qui ne cadraient pas avec les idées qu'il s'était faites au préalable. Ceux qui l'ont connu à cette époque doivent se souvenir du clair laboratoire où il avait accumulé des préparations d'innombrables amines, dont patiemment il faisait cristalliser les sels pour comparer les angles de leurs cristaux. C'était rue Amyot, dans une maisonnette entourée d'un jardinet dont Le Bel soignait attentivement les fleurs.

Lorsqu'il quitta ce coin calme du vieux Paris oublié derrière le Panthéon pour s'installer dans son immeuble de la rue Saint-Jacques, il regrettait moins ses cristaux, qui l'avaient déçu, et qu'il donna un jour en bloc à un cristallographe ami, que ses fleurs qui ne pouvaient le décevoir.

Ne pouvant transformer en jardin la cour, dont il avait fait un puits de 45^{m} de profondeur pour y percer une galerie à température absolument invariable, il cultiva ses fleurs sur une terrasse qui devint bientôt un jardin botanique suspendu. Il y cultiva même des algues dans un aquarium, et eut la passagère fortune d'en découvrir une qui fixait l'azote de l'air. L'algue ne résista pas au régime des expériences, et n'ayant pu la retrouver, Le Bel a créé à la Société Chimique un prix pour la fixation de l'azote par les plantes aquatiques. L'intérêt biochimique général que présente un tel genre de phénomènes est évident. S'il a laissé à d'autres le soin de résoudre ce problème, c'est que son esprit était préoccupé d'une question d'une toute autre envergure.

Le Bel ne pouvait se résoudre à admettre les conséquences pessimistes relatives aux destinées de notre Univers, que certains se sont crus en droit de déduire du Principe de Carnot. D'autre part l'ingénieur Tissot avait habilement plaidé la nécessité d'un rayonnement interstellaire suscep-

tible, pensait Le Bel, de maintenir l'énergie du système solaire à son niveau. Pour qu'il en soit ainsi, ce rayonnement devait pouvoir traverser d'énormes épaisseurs de substances matérielles, qui, en absorbant partiellement ce rayonnement, devaient le transformer en chaleur.

Le Bel se proposa donc de mettre, par voie expérimentale, en évidence le susdit rayonnement. On conçoit qu'à l'échelle des expériences de laboratoire l'ordre de grandeur des quantités de chaleur libérée dans un phénomène de ce genre soit très petit, en dépit de l'importance des conséquences générales qu'on en pouvait tirer. Il fallait l'intrépidité de Le Bel et sa foi tenace pour se risquer à une entreprise aussi hérissée d'évidentes difficultés expérimentales. Ce travail gigantesque et ingrat absorba durant plus de 20 années l'activité surprenante d'un chercheur de cet âge. Familier de son laboratoire, j'étais au courant de ses idées et de ses expériences et il provoquait — disait-il — à son profit mes objections. Lorsque, à la fin de sa vie, il se décida à rédiger un Mémoire d'ensemble, il me fut à peu près impossible de suivre sa pensée, tant il empruntait à des sciences différentes les arguments nécessaires à sa thèse. Craignant que la plupart de ses lecteurs éventuels fussent dans mon cas, je n'hésitai pas à lui en faire la remarque. Il me répondit qu'il n'y pouvait rien, et qu'il n'avait d'autre tort que de vivre à une époque où, la spécialisation étant jugée nécessaire, les esprits les mieux doués manquaient de culture générale.

Cette remarque achève de le peindre. L'individualisme était l'une de ses dominantes. Il travaillait sans aucune ambition personnelle et seulement pour satisfaire son inlassable curiosité des phénomènes de la nature, sur lesquels s'exerçait constamment sa pensée. Entre le monde extérieur et lui il ne souffrait pas d'intermédiaires. C'était sa force et ce fut aussi sa principale faiblesse. La solitude où il vivait — il n'eut guère qu'un seul disciple, M. Freundler, qui ne travailla que quelques années à ses côtés — ne pouvait qu'exacerber, dans un sens peu favorable à ses succès, le tour original et audacieux de son esprit.

Ne regrettons ni cet excès d'originalité ni cet excès d'audace, puisque nous leur devons cette belle science qu'est la stéréochimie. Cet homme qui, dans sa vie scientifique et dans sa vie privée, s'isola dans de hautes pensées, qui renonça à développer sa fortune pour se consacrer à la recherche désintéressée, qui jamais ne brigua de situations ou d'honneurs, fut d'une qualité exceptionnelle.

Et si le rêve tenait dans son esprit la large place que son regard lointain laissait deviner, il avait cependant, moins peut-être en ce qui le concernait

qu'en ce qui concernait les hommes et les choses, un sens aigu des réalités. Ses amis ont pu apprécier la clairvoyance de ses prévisions, la sûreté de ses jugements dans l'ordre pratique, et l'excellence de ses conseils.

Il fallait le bien connaître pour suivre sans s'égarer la logique de ses raisonnements. C'est qu'il parlait aux autres comme il l'eût fait à lui-même, en négligeant tout ce qui lui semblait trop évident. L'indifférence de la forme, l'originalité du fond, jointes à une extrême mobilité d'images déconcertaient souvent et éloignaient de lui ceux qui n'étaient pas prévenus en sa faveur. On ne peut expliquer autrement la résistance que lui opposa l'Académie il y a quelque trente ans. Quant aux pouvoirs publics, ils ignoraient tout simplement ce fondateur d'une science, et ils étaient loin de se douter qu'il avait puissamment contribué à assurer au dehors le renom de la science française.

Il n'a pas fait un geste pour provoquer les honneurs qui, le temps aidant, lui furent accordés trop tardivement à la fin même de sa vie, alors qu'il en avait reçu, depuis trente ans, de tous les pays où la science est florissante.

Je connais bien des traits d'une sensibilité et d'une générosité qu'il ne voulait pas laisser paraître, et dont je ne dirai rien pour respecter le souci qu'il avait de ne faire connaître de lui que le côté purement intellectuel.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *Sur un hybride autofertile d'Ægilope et de Blé* (Ægilops ovata *L.* × Triticum dicoccum *Schub. var.* Ajar *Percival*). Note de M. **Louis Blaringhem.**

L'origine des Blés cultivés ne peut être établie par la seule étude des documents historiques, d'ailleurs peu nombreux et d'une interprétation délicate. C'est plutôt par la comparaison des caractères et par l'examen des résultats des croisements entre les formes les plus anciennement connues et les mieux définies par quelques caractères singuliers que l'on peut espérer obtenir une solution à ce problème. Il est certain qu'il n'y a pas eu une souche unique des Blés cultivés et l'intervention probable de genres bien différents des *Triticum*, qui donnent avec lui des hybrides fertiles, tels que *Secale*, *Ægilops*, *Haynaldia* m'a engagé à porter mes efforts sur la réalisation des hybrides intergénériques. Et même si les expériences de génétique ne donnent que des indications sur ce qui pût être réalisé aux débuts de la culture du Blé, elles fournissent des règles pour le perfectionnement de cette Céréale par le renouvellement des lignées, par l'obtention

de races plus résistantes aux maladies, par l'acquisition de variétés agricoles moins exigeantes et plus productives que celles dont on dispose actuellement ou même et surtout par la découverte de sortes à qualités boulangères.

Ces études ont pris un essort tout nouveau avec la réussite inattendue de croisements entre espèces de *Triticum* fort éloignées. Ainsi j'ai réalisé, le premier, en 1910, le croisement de l'Engrain (*Triticum monococcum* L.) avec les Blés durs (*Tr. durum* et *polonicum*) et j'en ai obtenu un Blé à rendements satisfaisants *Tr. monodurum* Bl. ([1]) dont la farine est très riche en matière azotée. Depuis ([2]) j'ai montré les divergences fondamentales qui existent entre le *Triticum monococcum* même spontané et le *Trit. dicoccoïdes* Körn., forme sauvage apparentée aux Froments (*Tr. vulgare* V.); un peu plus tard ([3]) j'ai établi l'identité spécifique entre les Engrains (*Tr. monococcum* L.) et une mauvaise herbe sauvage commune en Grèce *Tr. ægilopoïdes* Balansa. Ces résultats n'étaient pas tout à fait inattendus et j'en avais préparé la démonstration dans un Mémoire *Valeur spécifique des divers groupements de Blés* ([4]) paru en mars 1914; ils ont été depuis confirmés et complétés par les travaux de Vavilov et Jakushina (1925), Melburn et Thompson (1927). Le point sur lequel je veux insister aujourd'hui c'est qu'à l'encontre de la plupart des résultats obtenus dans les croisements de Froments à génétique compliquée, les croisements en question rentrent dans la catégorie des hybridmutations typiques, telles que je les ai définies dans mon ouvrage *Les Problèmes de l'hérédité expérimentale* (1919). Il faut, pour obtenir une certaine sécurité dans les résultats, utiliser comme points de départ, soit des formes sauvages, soit des variétés cultivées très anciennes et bien définies.

C'est ce qui m'a fait adopter depuis 1921 comme progéniteur de Blés à qualité boulangère appréciée, le préférant même au célèbre Blé de Manitoba très instable, une forme curieuse nommée par M. J. Percival (1921) *Triticum dicoccum* Schubeler var. *Abyssinicum*, qui serait le *Tr. Arras* Hochst. et originaire d'Abyssinie (1848). très voisin sinon identique au Blé hindou *Kapli* des provinces de Madras, Bombay et Mysore; M. Percival en fait un *dicoccum*, groupe instable et peu naturel; il insiste sur ses affinités avec le *Tr. dicoccoïdes* Körn. et laisse entendre par là qu'il aurait des affi-

---

([1]) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 346.
([2]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 218.
([3]) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 225.
([4]) *Mémoires du Laboratoire de Biologie agricole de l'Institut Pasteur*. I, 1914, 100 pages, 12 figures et 2 planches.

nités avec les *Spelta* et les *vulgare*. Or par les grains, par les résultats de son croisement avec les *Tr. durum*, *turgidum* et *Monodurum*, *Tr. abyssinicum* doit être rapproché des *durum*, malgré sa précocité exceptionnelle, sa paille courte résultant selon moi de son habitat naturel, les montagnes de l'Abyssinie. Les formes décrites par M. Percival donnent des grains rouge pâle; la lignée que je possède *Tabor abyssinicum* fournit des grains rouge pourpre presque noirs, dont la couleur anthocyane développée dans le péricarpe est éliminée avec le son; le poids moyen des grains est de 52^{mg}; les épis barbus, rougeâtres avant la maturité, deviennent blanc sale à l'époque de la récolte sur des chaumes de 60 à 80^{cm}; les épillets se détachent les uns des autres et renferment toujours deux beaux grains et parfois un troisième grain dont le poids moyen oscille entre 35 et 40^{mg}; cette particularité et la facilité avec laquelle les grains sortent des glumes molles en font un Blé bien différent des *dicoccum* classiques.

J'ai obtenu par la fécondation d'environ 30 épillets castrés d'*Ægilops ovata* L. par le pollen de *Tabor abyssinicum* Bellevue, 9 grains hybrides de belle apparence plus 7 grains ridés et morts nés, ce qui est une réussite remarquable. Les grains semés sur couche le 3 mars 1930 ont fourni 9 plantes identiques très vigoureuses avec une moyenne de 7 à 12 chaumes dont la maturité fut rapide malgré la saison et exceptionnellement rapide pour un hybride *Ægilops* × *Triticum*, puisque la récolte fut possible dans les premiers jours d'août. Les chaumes, feuilles et épis avaient pris au cours du mois de juillet une teinte rouge pourpre qui s'est maintenue jusqu'à la dessiccation et, malgré la force des souches, peu de rejets se sont développés après la coupe des premiers chaumes mûrs. Ces particularités sont incontestablement liées à la précocité naturelle du Blé *Tabor abyssinicum;* elles ont contribué certainement à l'évolution normale des organes sexuels des dernières fleurs formées. Car cet hybride est, contrairement à la règle des croisements *Ægilops* × *Triticum*, autofertile.

En fait, les fleurs des épis principaux, et je puis même affirmer, les fleurs de base droite et gauche de tous les épillets récoltés en août sont autostériles; les seuls grains obtenus proviennent de fécondations artificielles par l'apport régulier et presque journalier d'étamines prélevées sur des épis paternels *Tabor abyssinicum*. Les grains ainsi obtenus furent peu nombreux, à peine 1 par 3 épis en moyenne, presque toujours dans les épillets de base ou de l'extrême pointe; il est probable qu'avec un été moins pluvieux les résultats eussent été meilleurs; les étamines de ces épillets, courtes et jaunâtres, ne renfermaient pas de bon pollen comme c'est la règle.

Bien que les opérations de fécondation artificielle n'aient porté que sur les fleurs latérales, à la base de chaque épillet, j'ai obtenu cependant des grains à partir des fleurs de troisième ordre; le cas le plus remarquable est celui de l'unique épillet fécondé d'un épi dont j'ai obtenu trois grains pesant respectivement 45,44 et 22^{mg}. Le plus souvent le poids des grains de la base des épillets hybrides oscille entre 39 et 25^{mg}, intermédiaire entre celui des parents (55^{mg} et 20^{mg}); l'intervention par xénie du pollen paternel à grains lourds élève la moyenne pour les grains pleins, mais bon nombre de grains de forte taille sont ridés à la dessiccation et pèsent de 25 à 30^{mg}. Par contre, tous les grains récoltés dans la troisième fleur des épillets sont petits, légers quoique pleins, avec les poids respectifs : 15 et 14^{mg} obtenus sur le même épi, 11^{mg}, 11 et 10^{mg} sur le même épi, 5^{mg}; soit au total 7 grains développés sans pollinisation artificielle pour environ 150 fleurs. La proportion des fleurs fertiles de troisième ordre dépasse donc de beaucoup celle des fleurs fertiles de premier et de deuxième ordre, proportion qui n'atteint pas 3 pour 100 même avec pollinisation artificielle.

Je ne puis affirmer que toutes les fleurs de troisième ordre ont donné des grains par autofécondation, car les blés et seigles voisins ont pu et ont dû intervenir comme le fait s'est produit dans les champs pour l'*Ægilops spæltæformis* de Fabre; mais en cette fin du mois d'août toutes les céréales sont récoltées ou ne donnent plus de pollen et sur les rejets tardifs de l'hybride *Ægilops ovata* × *Tr. abyssinicum* j'ai prélevé des étamines jaunâtre clair renfermant des grains de pollen nucléés et capables de germer; j'ai trouvé aussi des ovaires gonflés à stigmates ridés qui trahissent la fécondation récente. Ces diverses coïncidences prouvent que les grains des fleurs de troisième ordre et de petite taille, dont le poids oscille entre 5 et 15^{mg}, sont pour la plupart le résultat de l'autofécondation.

S'il en est ainsi, et les cultures ultérieures confirmeront ou infirmeront ces déductions, j'aurai fourni *le premier exemple* bien établi *d'hybride autofertile* à partir des genres *Ægilops* et *Triticum*. M. le Professeur Erich Tschermak de Vienne, qui s'occupe depuis seize ans des croisements d'*Ægilops* et de *Triticum* a sans doute déjà obtenu des résultats analogues; mais je n'ai pu trouver dans son Mémoire [1] aucun fait concernant la probabilité d'une autofécondation en (F_1).

En plus de ce résultat nouveau, la série d'observations faites sur *Ægilops*

---

(1) E. Tschermak, *Ueber seltene Weizen und Haferbastarde und Versuche ihre praktischen Verwertung* (*Beiträge zur Pflanzenzucht*, 10, 1929, p. 74-81).

ovata × *Triticum abyssinicum* confirme diverses règles énoncées antérieurement, en particulier l'augmentation de fertilité chez (F_1) des pousses tardives et des chaumes non pléthoriques constatée chez *Ægilops ventricosa* × *Triticum turgidum* ([1]) et j'ajoute, augmentation de fertilité des dernières fleurs formées dans les épillets de l'hybride. J'y trouve aussi la confirmation d'une règle notée sur mes hybrides de blé et seigle ([2]) à savoir que la fertilité récupérée des hybrides intergénériques est corrélative de la maturation en mosaïque, de la lignification locale des tissus, fait qui est plus accentué et mieux visible dans notre hybride *Ægilops ovata* × *Tr. abyssinicum*. L'absence de maturation des tissus stériles est bien marquée par la persistance prolongée, jusqu'après la récolte, des Anthocyanes développées dans le parenchyme chlorophyllien des épis et des chaumes. Dans une prochaine Communication je montrerai que la race très ancienne et bien définie par des grains rouges *Triticum abyssinicum* appartient par ses réactions génétiques au groupe des *durum* et *abyssinicum* et non à celui des *vulgare* et *dicoecoïdes* comme l'admet M. Percival.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques observations d'électricité atmosphérique en Indochine*. Note de M. **A. Yersin**.

Ces observations ont été faites en Annam, à Nhatrang, sur le bord de la mer.

L'instrument utilisé était un électromètre bifilaire de Wulf, relié par un fil conducteur d'une dizaine de mètres à une canne de un mètre de hauteur, fixée dans le sol et correctement isolée. Je pouvais adapter à cette canne deux rallonges de un mètre, ce qui me permettait des prises de potentiel du champ électrique à 1^m, 2^m, et 3^m au-dessus du sol.

Comme égaliseur de potentiel, j'ai utilisé d'abord des mèches en ignition, puis des électrodes au radium; ces dernières sont beaucoup plus pratiques et donnent plus rapidement les mêmes résultats que les mèches.

Pendant une année d'observation (juillet 1929 à juillet 1930), j'ai pris trois fois par jour : à 7^h, 13^h et 17^h, le potentiel du champ électrique à 1^m, 2^m et 3^m au-dessus du sol, chaque fois que le temps l'a permis.

([1]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 807 et *Bulletin biologique France et Belgique*, **60**, 1926, p. 343-368.

([2]) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 1049.

Voici, en volts par mètre, les résultats moyens mensuels observés pendant les journées de beau temps de cette période de douze mois :

Juillet 1929	96	Janvier 1930	85
Août	111	Février	104
Septembre	103	Mars	103
Octobre	90	Avril	94
Novembre	82	Mai	87
Décembre	91	Juin	93

Il ne paraît pas y avoir de différences saisonnières marquées. La moyenne des douze mois est de 95 volts par mètre.

J'ai noté à 1^m, 91 volts; à 2^m, 186 volts, soit 95 volts de 1 à 2^m; à 3^m, 285 volts, soit 99 volts de 2 à 3^m (moyennes de toutes les observations).

Le potentiel (volts par mètre) paraît augmenter avec la hauteur, au moins jusqu'à 3^m au-dessus du sol.

Suivant les heures des observations, j'ai calculé :

Moyenne des observations : à 6^h, 82 volts; à 13^h, 94 volts; à 17^h, 102 volts.

Les fortes rosées ont une action considérable sur le champ électrique à 6^h du matin. Ainsi, pendant les mois de février, mars, avril et mai 1930, les moyennes ont été, le matin à 6^h :

Jours sans rosée ou rosée faible	71 volts par mètre
Jours de forte rosée	165 »

A la suite des chutes de pluies, il se produit, presque toujours, de fortes élévations de potentiel. Exemple :

25 juillet 1929 : Pluie orageuse à Nhatrang au commencement de l'après-midi. A 17^h l'électromètre indique + 400 volts par mètre.

1er septembre 1929 : Pluie les 30 et 31 août. Le 1er septembre à 6^h du matin + 300 volts par mètre.

9 septembre 1929 : A 6^h + 340 volts par mètre. Pluie la veille dans la soirée.

15 septembre 1929 : Pluie orageuse dans la nuit du 14 au 15; le 15 à 6^h du matin, + 330 volts par mètre.

31 mai 1930 : Orage et pluie à Nhatrang vers 15^h; à 17^h, + 430 volts par mètre.

24 juin 1930 : Pluie la nuit du 23 au 24; le 24 à 6^h, + 335 volts par mètre.

Pendant la saison d'été, des orages se forment fréquemment à l'Ouest, au fond de la vallée de Nhatrang, limitée et dominée par la chaîne annami-

tique, qui atteint 2000^{m} d'altitude dans cette région. A vol d'oiseau, la distance entre le bord de la mer et le fond de la vallée est de 50^{km} environ.

Dans les heures qui précèdent la formation des orages, lorsque les cumulo-nimbus commencent à s'élever au-dessus des montagnes, l'électromètre ne réagit pas à Nhatrang; le potentiel est plutôt bas.

Quand l'orage a éclaté et bien qu'il soit encore extrêmement loin (40 et 50^{km}), le potentiel (+) s'élève graduellement et chaque décharge lointaine est marquée par un mouvement brusque, comparable à un crochet, des fils de l'électromètre; il marque neuf fois sur dix une chute du potentiel vers le zéro, rarement une élévation du potentiel dans le sens positif. La valeur de ces écarts dépend naturellement de la distance qui sépare l'électromètre du centre orageux. Elle peut varier entre une dizaine de volts et plusieurs centaines de volts.

Lorsque l'orage se rapproche et que l'on commence à entendre le tonnerre, les crochets augmentent d'amplitude et prennent même l'apparence zigzaguée des éclairs; la chute ou l'augmentation du potentiel est toujours très brusque; il faut ensuite quelques secondes pour que les fils de l'électromètre reviennent à l'écartement primitif.

Si l'orage atteint Nhatrang, le potentiel, qui s'était élevé à plusieurs centaines de volts (+) par mètre, passe rapidement à des valeurs négatives correspondantes et s'y maintient, en général, jusqu'à la fin de la pluie. Il redevient alors fortement positif pour une durée de plusieurs heures, comme je l'ai indiqué plus haut à propos de l'influence des pluies sur le potentiel électrique de l'air.

J'ai pu observer, dans quelques rares occasions, l'action de la houle sur la valeur du champ électrique au bord de la mer.

Ainsi, le 20 septembre 1929, il y avait, dans la mer de Chine, un typhon pas très éloigné de Nhatrang : ciel couvert, calme absolu ou brise très faible venant de la mer, houle énorme se brisant sur la plage.

Vers 13^{h}, alors que je faisais mes lectures habituelles du potentiel à 1^{m}, 2^{m} et 3^{m} au-dessus du sol, j'ai observé une ondulation rythmée du potentiel, correspondant nettement à celle de la houle. Son amplitude était de 50 volts à 100 volts. Cette ondulation paraissait plus marquée à 3^{m} au-dessus du sol qu'à 2^{m} ou 1^{m}. J'ajoute que la distance entre le pied de la canne et le rivage même de la mer était de 40^{m}.

J'espère pouvoir poursuivre ces études et les étendre aux diverses stations d'altitude de l'Institut Pasteur en Indochine.

CORRESPONDANCE.

ALGÈBRE. — *Sur un théorème de M. Hasse.* Note de M. **Cl. Chevalley**, transmise par M. Hadamard.

Tout récemment a été développée la théorie des extensions abéliennes des corps de nombres $\mathfrak{p}$-adiques, d'une manière parfaitement parallèle à la théorie du corps de classes (¹). D'autre part M. Hasse a démontré le théorème suivant (²) :

Soient k un corps de nombres algébriques, K un sur-corps quelconque de k, G un sur-corps abelien de k, corps de classes pour un groupe d'idéaux H de k. Le corps composé GK est corps de classes sur K pour le groupe des idéaux de K dont la norme par rapport à k tombe dans H.

Nous nous proposons de montrer que ce théorème s'étend à la théorie des corps de nombres $\mathfrak{p}$-adiques :

Soit k un corps de nombres algébriques, $\mathfrak{p}$ un idéal premier de ce corps, $\bar{k}$ le corps des nombres $\mathfrak{p}$-adiques de k, $\overline{K}$ une extension finie quelconque de $\bar{k}$, $\overline{G}$ une extension abélienne de $\bar{k}$, $\overline{H}$ le groupe associé à $\overline{G}$ dans $\bar{k}$. Le groupe associé dans $\bar{k}$ au corps $\overline{G}\,\overline{K}$ est le groupe des nombres de $\overline{K}$ dont la norme par rapport à $\bar{k}$ tombe dans $\overline{H}$.

Désignons par $\overline{H}'$ le groupe des nombres de $\overline{K}$ dont la norme par rapport à $\bar{k}$ est dans $\overline{H}$, et par $\overline{H}^*$ le groupe associé à $\overline{G}\,\overline{K}$ dans K. On a évidemment $\overline{H}^* \leqq \overline{H}'$. Pour démontrer que $\overline{H}' \leqq \overline{H}^*$ prenons dans $\overline{H}'$ un nombre B. Remarquons qu'il existe deux sur-corps K, G de k tels que

$$\overline{K} = K\bar{k}, \quad \overline{G} = G\bar{k}$$

et que G soit abelien sur k(³). Désignons par $\mathfrak{f}$ le conducteur du groupe H

(¹) Voir Hasse, *Die Normenresttheorie relativ-Abelscher Zahlkörper als Klassenkörpertheorie im kleinen* (*Journal de Crelle*, 162, 1930, p. 145), et Schmidt, *Zur Klassenkörpertheorie im kleinen* (*Journal de Crelle*, 162, 1930, p. 155).

(²) Voir Hasse, *Ein Satz über relativ Galoissche Zahlkörper und seine Anwendung auf relativ-Abelscher Zahlkörper* (*Mathem. Zeits.*, 31, 1930, p. 559).

(³) Voir l'article cité de Schmidt.

d'idéaux de k pour lequel G est corps de classes, par $\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}$ la participation de $\mathfrak{p}$ à $\mathfrak{f}$.

Soit $\mathfrak{P}_1, \mathfrak{P}_2, \ldots, \mathfrak{P}_r$ les divers facteurs premiers de $\mathfrak{p}$ dans K. Le corps $\overline{\mathrm{K}}$ est corps de nombres $\mathfrak{P}_1$-adiques. Soit e le plus grand des exposants des $\mathfrak{P}_i$ dans $\mathfrak{p}$, et soit n un entier quelconque plus grand que l'exposant de $\mathfrak{p}$ dans $\mathfrak{f}$. On peut prendre dans K un nombre B tel que

$$\mathrm{B} \equiv \overline{\mathrm{B}}(\mathfrak{P}_1^{ne}), \qquad \mathrm{B} \equiv 1\,(\mathfrak{P}_2^{ne}\mathfrak{P}_3^{ne}\ldots\mathfrak{P}_r^{ne}), \qquad \mathrm{B} \equiv 1\left(\frac{\mathfrak{f}}{\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}}\right).$$

Si l'on pose $\beta = \mathrm{N}_{\mathrm{K}}^{k}(\mathrm{B})$ on voit facilement que

$$\beta \equiv \mathrm{N}_{\overline{\mathrm{K}}}^{\overline{k}}(\overline{\mathrm{B}})\,(\mathfrak{p}^{n}), \qquad \beta \equiv 1\left(\frac{\mathfrak{f}}{\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}}\right)$$

et, par suite, $\mathfrak{f}_{\mathfrak{p}}$ étant le conducteur de $\overline{\mathrm{H}}$, β est dans $\overline{\mathrm{H}}$. Donc $\left(\frac{\beta,\,\mathrm{G}}{\mathfrak{p}}\right) = 1$. Or, posons $\mathrm{B} = \mathfrak{P}_1^{\prime}\mathfrak{B}$, $(\mathfrak{B},\,\mathfrak{p}) = 1$. On en déduit $\beta = \mathrm{N}_{\mathrm{K}}^{k}(\mathfrak{P}_1^{\prime})\,\mathrm{N}_{\mathrm{K}}^{k}(\mathfrak{B})$, et, d'après la définition du symbole $\left(\frac{\beta,\,\mathrm{G}}{\mathfrak{p}}\right)$, on a $\left(\frac{\mathrm{G}}{\mathrm{N}_{\mathrm{K}}^{k}(\mathfrak{B})}\right) = 1$. Donc l'idéal $\mathrm{N}_{\mathrm{K}}^{k}(\mathfrak{B})$ est dans H, et, d'après le théorème de M. Hasse, l'idéal $\mathfrak{B}$ est dans le groupe d'idéaux K pour lequel KG est corps de classes. Le conducteur de ce groupe étant un diviseur de $\mathfrak{f}$, on a

$$\left(\frac{\mathrm{B},\,\mathrm{KG}}{\mathfrak{P}_1}\right) = 1.$$

Donc B est dans le groupe associé dans $\overline{\mathrm{K}}$ à $\overline{\mathrm{KG}}$, et *a fortiori* dans le groupe associé à $\overline{\mathrm{K}}\overline{\mathrm{G}}$. Ce groupe étant groupe de congruence, on peut choisir n assez grand pour que B y soit aussi, ce qui achève la démonstration du théorème.

Il en résulte que $\overline{\mathrm{K}}$ étant une extension finie quelconque d'un corps de nombre $\mathfrak{p}$-adique $\overline{k}$, et $\overline{\mathrm{H}}$ le groupe associé à $\overline{\mathrm{K}}$ dans $\overline{k}$, le sur-corps abélien de $\overline{k}$ défini par $\overline{\mathrm{H}}$ est le plus grand corps compris entre $\overline{k}$ et $\overline{\mathrm{K}}$ et abélien sur $\overline{k}$. Dans une prochaine Note nous tirerons parti de ce fait pour généraliser la théorie des restes normiques.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité.* Note de M. **Georges Durand**.

Soit Φ un ensemble de demi-droites (ou *rayons*) issues d'un même point M. Nous dirons que Φ est un faisceau *convexe* s'il existe un plan P passant en M et tel qu'il n'y ait pas des rayons de Φ de part et d'autre de P; la convexité sera *stricte* s'il existe un tel plan P ne contenant aucun rayon de Φ; dans le cas contraire, elle sera *large*. — On a ces propriétés simples :

A. *Si Φ est un faisceau strictement convexe, tout plan passant par* M *possède un angle $\geqq$ 2 droits de sommet* M *et ne contenant aucun rayon de Φ.*

B. *Si Φ est un faisceau fermé largement convexe, tout plan passant en* M : *ou bien a des rayons de Φ de part et d'autre de lui, ou bien contient plusieurs rayons de Φ de telle façon que le plus grand angle de sommet* M *ne contenant aucun de ces rayons soit $\leqq$ 2 droits, et il y a toujours au moins un plan qui satisfait à la seconde éventualité.*

La notion de *contingent* est due à M. Georges Bouligand qui en a tiré diverses applications ([1]). Le contingent $\tau(M)$ en un point d'accumulation M d'un ensemble E de l'espace euclidien à n dimensions est le système *fermé* des *demi-tangentes* MT en M, c'est-à-dire des demi-droites MT auxquelles on peut associer une suite infinie de points $\{M_i\}$ de E, tous distincts et tendant vers M de manière que les angles M_iMT tendent vers zéro.

Cela posé, j'établis cette importante proposition :

Théorème général. — *Un ensemble borné, tel que le contingent* $\tau(M)$ *en chaque point d'accumulation* M *soit strictement convexe, est un ensemble dénombrable.*

La démonstration devant être développée ailleurs, je me borne à en indiquer le principe. Le contingent $\tau(M)$, étant fermé, est contenu dans un cône circulaire d'angle au sommet $\alpha(M) < \pi$. Soient un angle $\alpha_0 < \pi$ et un ensemble E_0 dont le contingent $\tau(M)$ est contenu dans un cône circulaire d'angle au sommet $\alpha(M) < \alpha_0$; je prouve qu'à tout point de E_0 on peut associer un secteur sphérique tel que deux de ces secteurs, associés à des points distincts, n'aient en commun aucun point intérieur, ce qui établit la dénombrabilité de E_0. Choisissant alors une suite d'angles $\{\alpha_i\}$ qui tendent

---

([1]) G. Bouligand, *Sur quelques points de méthodologie géométrique* (*Revue générale des Sciences*, 41, 1930, p. 39).

vers π en croissant, j'obtiens mon théorème général qui, en tenant compte de (B), peut encore s'énoncer :

Si un ensemble borné est non dénombrable, il possède au moins un point M *tel que tout plan passant en* M : *ou bien a des demi-tangentes* MT *de part et d'autre de lui, ou bien contient plusieurs demi-tangentes* MT *et le plus grand angle de sommet* M *ne contenant aucune de ces demi-tangentes est* $\leq$ 2 *droits.*

Cas particuliers. — I. *Un ensemble borné, dont le contingent est formé partout de deux demi-droites non opposées, est dénombrable*, car un tel contingent est un faisceau strictement convexe.

II. *Un ensemble borné, dont le contingent en tout point d'accumulation se réduit à une demi-droite, est dénombrable.*

Citons quelques applications :

Courbes de Jordan. — *a. Soit une courbe de Jordan, plane ou gauche, rectifiable ou non, ayant partout une demi-tangente antérieure et une demi-tangente postérieure : les points de cette courbe où manque la tangente* (c'est-à-dire : où les deux demi-tangentes ne sont pas opposées) *forment un ensemble dénombrable.*

b. Considérons une courbe rectifiable Γ, plane ou gauche; on sait, d'après un théorème classique de M. Henri Lebesgue, que les points de Γ sans tangente forment un ensemble de mesure nulle; parmi ces points, ceux où le contingent est un faisceau strictement convexe constituent un ensemble dénombrable.

Courbes d'ordre fini. — L'énoncé (*a*) s'applique aux courbes simples de Jordan coupées par un plan en un nombre fini (mais non nécessairement borné) de points, M. G. Bouligand ayant démontré qu'une telle courbe admet partout une demi-tangente antérieure et une demi-tangente postérieure [1].

Courbes planes $\mathcal{C}.\mathcal{M}.$ — Il s'applique aussi aux courbes planes, généralisant les courbes convexes, par tout point desquelles on peut faire passer un cercle de rayon constant n'enfermant intérieurement aucun point de la courbe; j'ai établi précédemment pour ces courbes que le contingent en chaque point se réduit à deux demi-droites [2].

Surfaces $\mathcal{C}.\mathcal{M}.$ — En étudiant les surfaces $\mathcal{C}.\mathcal{M}.$ (par tout point

---

[1] G. Bouligand, *Sur l'existence des demi-tangentes à une courbe de Jordan* (*Fundamenta Mathematicae*, 15, 1930, p. 216).

[2] G. Durand, *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans le plan* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1368), théorème I.

desquelles on peut mener une sphère de rayon constant n'enfermant aucun point de la surface), j'ai distingué les *points de troisième espèce* et démontré que leur ensemble est dénombrable (1). Ayant établi, d'une façon indépendante, que le contingent $\tau(M)$ en un tel point M est un faisceau strictement convexe (2), j'obtiens ici une nouvelle preuve de la dénombrabilité de ces points.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries des fonctions*. Note (3) de M. **Nikola Obrechkoff**, transmise par M. Émile Borel.

Soit donnée la série de fonctions

$$F(x) = f_1(x) + f_2(x) + \ldots + f_n(x) + \ldots \tag{1}$$

et supposons que les fonctions $f_n(x)$ dans l'intervalle (a, b) admettent des dérivées jusqu'à un ordre k. De la convergence de la série (1) on ne peut pas en général décider la convergence de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n^{(k)}(x). \tag{2}$$

Dans cette Note, je démontre des théorèmes qui nous donnent des conditions suffisantes pour la convergence de la série (2).

1. *Soient $f_n(x)$ des fonctions réelles qui admettent dans l'intervalle (a, b) des dérivées d'ordre k, qui toutes sont monotones dans un sens. Supposons que la série (1) converge en $k+1$ points $x_0, x_1, \ldots, x_k$ de l'intervalle $(a, a+\delta)$ et en $k+1$ autres points $y_0, y_1, \ldots, y_k$ de l'intervalle $(b-\delta_1, b)$. Alors la série (2) converge uniformément dans $(a+\delta, b-\delta_1)$.*

La démonstration est basée sur le lemme suivant, qu'on obtient facilement. Soit $x_0, x_1, \ldots, x_k$ des nombres arbitraires

$$x_0 < x_1 < x_2 < \ldots < x_k.$$

(1) G. Durand, *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans l'espace* (*Ibid.*, 189, 1929, p. 443), théorème I.

(2) G. Durand, *Propriétés locales et ensemble des points sans plan tangent des enveloppes de sphères* (*Ibid.*, 190, 1930, p. 1219), théorèmes B et D.

(3) Séance du 11 août 1930.

alors on a

$$(3)\qquad \mathrm{A} = \frac{f(x_0)}{(x_0-x_1)\ldots(x_0-x_k)}+\ldots+\frac{f(x_k)}{(x_k-x_0)\ldots(x_k-x_{k-1})}=\frac{f^{(k)}(\zeta)}{k\,!},$$

où

$$x_0<\zeta<x_k.$$

Soit $f(x)$ une fonction qui admet une dérivée $f^{(k)}(x)$ monotone dans l'intervalle (a, b). Désignons avec M le plus grand des nombres

$$f(x_i),\quad f(y_i)\qquad (i=0,1,2,\ldots,k).$$

Alors, de (3), on obtient immédiatement si, par exemple, $f^{(k)}(x)$ est croissante,

$$f^{(k)}(\zeta)\geq f^{(k)}(x)\geq f^{(k)}(\eta),\quad a<\zeta<a+\delta,\quad b-\delta_1<\eta<b,\quad a+\delta<x<b-\delta_1,$$

$$(4)\qquad |f^{(k)}(x)|\leq \mathrm{M}\left(\frac{2}{g}\right)^k,$$

où

$$g=\mathrm{Min.}(x_i-x_{i-1},\ y_i-y_{i-1}).$$

Soit alors $\varepsilon>0$ un nombre arbitrairement petit et n_0 tel que, pour $n>n_0$, on a

$$|f_n(x)+f_{n+1}(x)+\ldots+f_{n+p}(x)|<\varepsilon,$$

pour $x=x_0, x_1, \ldots, x_k, y_0, y_1, \ldots, y_k$. D'après l'inégalité (4) pour $a+\delta\leq x\leq b-\delta_1$ on aura

$$|f_n^{(k)}(x)+f_{n+1}^{(k)}(x)+\ldots+f_{n+p}^{(k)}(x)|<\varepsilon\left(\frac{2}{g}\right)^k,$$

ce qui nous montre que la série (2) converge uniformément dans $(a+\delta, b-\delta_1)$.

Comme conséquence du théorème I, en se basant sur des résultats connus ([1]), on obtient facilement le théorème suivant : « Si la série (1) converge simplement dans l'intervalle (a, b) et si $f_n^{(k)}(x)$ sont monotones dans (a, b) en un sens, la série (1) et les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n^{(p)}(x),\qquad p=1,2,\ldots,k$$

seront uniformément convergentes dans chaque intervalle $(a+\delta, b-\delta)$, $\delta>0$, avec des sommes $\mathrm{F}^{(p)}(x)$. »

([1]) L. Neder, *Mathematische Zeitschrift*, 28, 1928, p. 30-34.

Ces théorèmes sont aussi valables pour certains procédés de sommation des séries divergentes, par exemple pour la sommation de Cesàro d'ordre positif. On peut aussi facilement trouver des théorèmes analogues pour les intégrales $\int_a^\infty f(x, y)\,dx$.

De l'inégalité (4) on obtient tout de suite le théorème : « Soit $f(x)$ une fonction indéfiniment dérivable et supposons que, pour $n > n_0$, $f^{(n)}(x)$ sont monotones dans l'intervalle (a, b). Alors la fonction $f(x)$ sera analytique et régulière sur le segment (a, b) [1] dans le quadrilatère symétrique par rapport à l'axe réel avec des sommets a et b, en lesquels les angles sont égaux à $\frac{\pi}{3}$. » En employant un théorème de Vivanti-Dienes pour les points singuliers des fonctions on obtient un autre théorème [2] de M. Serge Bernstein : si $f^{(n)}(x) \geqq 0$ pour $a \leqq x \leqq b$, $n = 0, 1, 2, \ldots$, la fonction $f(x)$ est holomorphe pour $|x - a| < b - a$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borates de cæsium.* Note [3] de MM. **A.-P. Rollet** et **L. Andrès**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Les essais dus à M. Anton Reischle [4], sont les seuls publiés sur la préparation des borates de cæsium.

Ce savant mélange des solutions alcooliques d'acide borique et de caesine et analyse le précipité obtenu. Ce précipité aurait la composition suivante : $3B^2O^3.Cs^2O$.

Nous avons repris ces essais. Dans le tableau I on trouve en regard des proportions du mélange en milieu alcoolique d'acide borique et de caesine, la composition moléculaire du précipité obtenu

(1) S. Bernstein, *Atti del Congresso internazionale dei Matematici*, 2, 1928, p. 267-275.

(2) S. Bernstein, *Mathematische Annalen*, 75, 1914, p. 449-468.

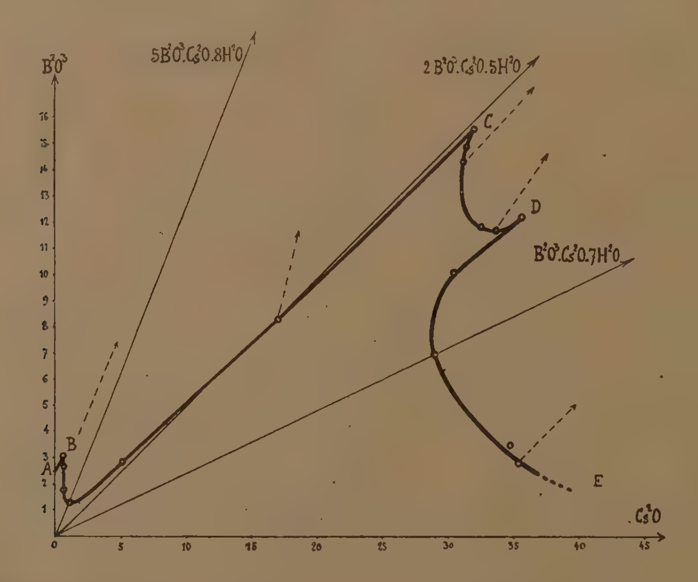
(3) Séance du 11 août 1930.

(4) Anton Reischle, *Zeitsch. anorg. Chemie*, 4, 1893, p. 175.

Tableau I.

Proportions moléculaires du mélange initial.		Précipité obtenu.		Proportions moléculaires du mélange initial.		Précipité obtenu.	
Cs^2O.	B^2O^3.	Cs^2O.	B^2O^3.	Cs^2O.	B^2O^3.	Cs^2O.	B^2O^3.
1	0,25	1	0,54	1	4,00	1	4,57
1	1,00	1	1,39	1	5,00	1	4,95
1	2,00	1	2,07	1	10,00	1	4,95
1	3,00	1	3,67	1	15,00	1	4,94
1	3,20	1	3,75				

Le précipité a sensiblement la composition du mélange initial jusqu'à la proportion de 5 molécules d'acide borique pour une de caesine. Pour des



proportions plus grandes d'acide borique, le précipité a une composition constante très voisine de $5B^2O^3.Cs^2O$. Le précipité est anhydre et paraît amorphe.

Il résulte de ces essais que le borate de formule : $3B^2O^3.Cs^2O$, proposée par Reischle, n'est pas mis en évidence ; son existence nous paraît discutable.

II. Une isotherme du système ternaire $B^2O^3 - Cs^2O - H^2O$ a été dressée à 18° (voir la figure). Elle n'a pas été complétée vers les régions riches en caesine en raison de la grande rareté de cet élément.

La méthode des restes nous a permis de caractériser les phases solides suivantes :

BO^3H^3 (courbe A.B); $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$ (courbe B.C); $2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$ (courbe C.D); $B^2O^3.Cs^2O.7H^2O$ (courbe D.E). Les points B, C et D où deux phases solides coexistent correspondent à des compositions centésimales de la solution, indiquées dans le tableau II.

TABLEAU II.

	B^2O^3 %.	Cs^2O %.	H^2O %.	Phases solides.
B........	3,01	0,59	96,40	BO^3H^3 et $5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$
C........	15,48	32,00	52,52	$5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$ et $2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$
D........	12,14	35,60	52,26	$2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$ et $B^2O^3.Cs^2O.7H^2O$

$5B^2O^3.Cs^2O.8H^2O$. — Cette phase, que nous appellerons pentaborate de cæsium se présente en petits cristaux orthorhombiques [1].

La formule est tout à fait analogue à celle du borate correspondant de potassium. La solubilité à 18° est de 3g de sel à l'état cristallisé, dans 100g d'eau.

$2B^2O^3.Cs^2O.5H^2O$. — Le diborate de cæsium cristallise facilement en gros cristaux orthorhombiques. Chauffé à 80°, il commence à perdre de l'eau, Par sa forme cristalline et son eau de cristallisation il s'éloigne du sel correspondant de potassium : $2B^2O^3.K^2O.4H^2O$, cristaux rhomboédriques.

Le diborate de cæsium possède une solubilité non congruente, ce qui explique que les premiers essais entrepris pour l'obtenir en partant des proportions théoriquement nécessaires, ont toujours donné un mélange de petits cristaux de pentaborate à côté de cristaux plus gros et facilement séparables de diborate.

B^2O^3, Cs^2O, $7H^2O$. — Cette phase de notre diagramme cristallise en prismes orthorhombiques. La solubilité est de 100g,1 de monoborate hydraté dans 100g H^2O.

L'eau fixée à la molécule diffère considérablement de celle attachée au monoborate de potassium : $B^2O^3.K^2O.2,5H^2O$.

Le monoborate perd très facilement de l'eau, par exemple dans le vide dès la température de 40 ou 45°. A température plus haute ou vers les zones très riches en caesine du diagramme, un hydrate plus pauvre en eau doit se déposer selon toute apparence. Une étude en ce sens est en cours.

---

(1) Les formes cristallines des trois borates nouveaux de cæsium ont été déterminées par M. R. Weil.

En résumé nous avons mis en évidence les borates de cæsium suivants :

$$5\,B^2O^3.\ Cs^2O.8\,H^2O,$$
$$2\,B^2O^3.\ Cs^2O.5\,H^2O,$$
$$B^2O^3.\ Cs^2O.7\,H^2O.$$

Ces borates n'avaient pas été préparés jusqu'à présent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse de l'alcool cinnamique et de ses homologues.* Note MM. **L. Bert** et **P.-Ch. Dorier.**

L'alcool cinnamique synthétique s'obtient par hydrogénation de l'aldéhyde cinnamique extraite des essences de cannelle. Les homologues n'ont pas été préparés.

Nous avons montré, dans une précédente Note (1), que l'aldéhyde cinnamique et ses homologues s'obtenaient de toutes pièces par application de la méthode de Sommelet aux chlorures de styryle provenant de l'isomérisation des composés ω-chlorallylés cycliques découverts par l'un de nous (2). La série de l'alcool cinnamique se trouvait du même coup édifiée. Toutefois, les rendements en aldéhydes de notre procédé laissant à désirer, nous avons suivi une marche différente pour parvenir aux alcools correspondants : voici ses diverses phases pour l'alcool cinnamique :

La condensation du dichloro-1.3-propène avec le bromure de phénylmagnésium fournit de l'ω-chlorallylbenzène, qu'un court chauffage avec 3^{mol} de KOH et d'un alcool ROH quelconque transforme en éther oxyde de cinnamyle et d'alcoyle, lequel, chauffé en autoclave pendant deux heures avec un excès de HCl à 22° Bé passe à l'état de chlorure de styryle. Après avoir vainement tenté de saponifier ce dernier par les agents usités pour le chlorure de benzyle, nous l'avons changé en alcool cinnamique en chauffant à l'ébullition pendant plusieurs heures un mélange à parties égales de chlorure de styryle, d'acétate de sodium fondu et d'acide acétique cristallisable, et en saponifiant ensuite par une lessive alcaline l'acétate de cinnamyle formé.

Le tableau suivant, dans lequel les chiffres placés au-dessous des flèches

(1) L. Bert et P. Ch. Dorier, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 332.
(2) L. Bert, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1504.

indiquent les rendements pour cent des opérations successives, schématise la série des réactions précédentes :

$$C^6H^6 \xrightarrow[87]{Br} C^6H^5Br \xrightarrow[94]{Mg + (C^2H^5)^2O} C^6H^5MgBr \xrightarrow[100]{CH^2Cl\,CH = CH\,Cl} C^6H^5CH^2CH = CHCl$$

$$\times \xrightarrow[84]{KOH + C^4H^9OH\,n} C^6H^5CH = CH.CH^2 - O - C^4H^9\,n \xrightarrow[83]{HCl} C^6H^5CH = CH.CH^2Cl$$

$$\times \xrightarrow[60]{CH^3CO^2Na} C^6H^5CH = CH.CH^2CO^2CH^3 \xrightarrow[60]{KOH} C^6H^5CH = CH.CH^2OH.$$

La même suite de réactions appliquée aux homologues du benzène donne les homologues de l'acétate de cinnamyle, puis ceux de l'alcool cinnamique.

Ci-après les constantes des composés préparés jusqu'ici :

	Eb_{15} (corr.).	d_4^t.	n_D^t.	Réfraction moléculaire. Exp.	Théorique.	Exalt.
I. — *Acétate de :*						
cinnamyle	138°	$d_4^{12} = 1,0603$	1,555	53,29	50,58	+2,71
o-méthylcinnamyle	147	$d_4^{11} = 1,043$	1,544	57,52	55,20	+2,32
p-méthylcinnamyle	149	$d_4^{12,5} = 1,0153$	1,541	58,84	55,20	+3,64
1.3-diméthylcinnamyle-4	161	$d_4^{11,5} = 1,033$	1,540	61,96	59,82	+2,14
1.4-diméthylcinnamyle-2	160	$d_4^{11,5} = 1,018$	1,541	62,97	59,82	+3,15
p-isopropylcinnamyle	164	$d_4^{11} = 0,994$	1,533	68,06	64,44	+3,62
1.4-méthylisopropylcinnamyle-2	174	$d_4^{11} = 0,990$	1,530	72,34	69,06	+3,28
II. — *Alcool :*						
cinnamique	139	$d_4^{35} = 1,032$	1,576	42,98	41,22	+1,76
o-méthylcinnamique	149	$d_4^{15} = 1,0302$	1,578	47,67	45,84	+1,83
p-méthylcinnamique	152	$d_4^{14,5} = 1,005$	1,565	47,91	45,84	+2,07
1.3-diméthylcinnamique-4	155	$d_4^{14,5} = 1,020$	1,569	52,03	50,46	+1,57
1.4-diméthylcinnamique-2	156	$d_4^{12,5} = 1,004$	1,564	52,48	50,46	+2,02
p-isopropylcinnamique	161	$d_4^{16} = 0,977$	1,548	57,20	55,08	+2,12
1,4-méthylisopropylcinnamique-2	164	$d_4^{15} = 0,974$	1,547	61,86	59,7	+2,16

Tous les homologues décrits sont nouveaux. Ils constituent des liquides incolores dont la mobilité et l'intensité d'odeur diminuent quand le poids moléculaire augmente. Certains, notamment les alcools paralcoylcinnamiques et leurs acétates, possèdent des odeurs originales, nettement différentes de celles de l'alcool cinnamique et de l'acétate de cinnamyle.

Nous tenons à faire remarquer que l'on préparait jusqu'à présent le chlorure de styryle et l'acétate de cinnamyle à partir de l'alcool cinnamique, au lieu que nous faisons l'inverse ; de plus, notre alcool de synthèse est chimiquement pur, à la différence de nombreux échantillons commerciaux, souillés d'alcool phénylpropylique lorsqu'ils proviennent du styrax et d'al-

déhyde cinnamique, lorsqu'on utilise cette dernière à leur fabrication. Or, on sait que les impuretés les plus minimes nuisent à la finesse d'odeur et aux heureuses qualités fixatrices de l'alcool cinnamique.

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles observations sur le quartz.* Note[1] de M. R. WEIL.

Type S. — Dans les cristaux de ce type, la biréfringence normalement à l'axe se montre sous forme de plages normales à trois faces de prisme non adjacentes c'est-à-dire faisant entre elles un angle de 120°. Dans le cas de macles du Dauphiné, on peut les observer normalement à toutes les faces du prisme. Ces plages peuvent atteindre un développement considérable dans toute l'étendue d'une lame mais il se produit alors des superpositions qui en rendent les limites imprécises et déchiquetées. La biréfringence $n_m - n_p$, toujours très faible, comprise entre 10^{-4} et 10^{-5}, est difficile à mesurer pour ces raisons, l'extinction ou le signe optique des plages étant difficile à préciser; en lumière convergente, les plages les plus biréfringentes de lames épaisses d'environ 1^{mm} montrent une biaxie faible mais nette. Parfois on peut voir ces plages en lumière naturelle, à l'œil nu ou au microscope dans des lames épaisses et bien polies, sous forme de fibres normales aux faces du prisme. C'est à la présence de ces plages qu'il faut attribuer les lignes fines grossièrement parallèles à l'arête verticale du prisme qui, interrompant les stries horizontales, apparaissent sur les faces m et b^1 de la même manière que les plages, c'est-à-dire sur trois faces non adjacentes, plusieurs lignes pouvant se montrer sur une même face. Ces lignes ne sont pas dues aux démarcations de macles qui sont généralement plus rectilignes et plus accentuées, ce dont on peut s'assurer par l'étude optique ou les figures de corrosion. Mais lorsqu'il y a macle, les lignes en question peuvent se montrer sur des faces m adjacentes et se confondre en partie ou en totalité avec les limites de macle. On ne trouve pas ces lignes sur les quartz du type L.

La majorité des quartz tordus que nous avons examinés appartiennent au type S, d'après ces caractères extérieurs; l'examen de lames taillées normalement à l'axe ternaire a montré de telles plages biréfringentes tournant autour d'un axe binaire.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 270.

II. *Figures de corrosion avec* HF *à diverses concentrations.* — Quel que soit le gisement, on observe toujours, outre les figures de corrosion habituelles sur m et sur b^1, une grande quantité de très petits orifices rectangulaires ou lenticulaires allongés parallèlement à l'arête verticale sur les faces du prisme, et dans un plan normal aux faces du prisme sur b^1, apparaissant après quelques heures d'attaque dans l'acide concentré à froid, ayant 2 à 3 microns de large pour $\frac{2}{100}$ de millimètre de long et s'accroissant avec la durée d'attaque. Ces orifices se trouvent sur n'importe quelle partie de la face attaquée, aussi bien dans les figures de corrosion normales qu'en dehors de celles-ci. A partir de ces orifices se développent des canaux très fins, capillaires, souvent rectilignes, parfois tordus et se propageant vers l'intérieur des cristaux sur une étendue pouvant dépasser 1^{cm} dans un cristal suffisamment volumineux ou même le traverser de part en part. Nous désignerons sous le nom de « cheveux » ces canaux de corrosion; avec l'acide concentré bouillant, ils apparaissent en moins d'une heure.

Type L. — Si l'on attaque un quartz ne portant que le prisme et le rhomboèdre primitif et non maclé, on constate que les cheveux sont sensiblement perpendiculaires aux faces de rhomboèdre, partant aussi bien de celles-ci que des faces du prisme. Sur la base (artificielle) on distingue aisément les trois secteurs à 120° ainsi produits; on voit de plus qu'il existe des cheveux normaux, les uns exactement, les autres grossièrement aux faces du prisme. Lorsque les deux rhomboèdres coexistent, il y a des cheveux perpendiculaires à toutes les faces des rhomboèdres, mais fréquemment inégalement et d'autant plus que les plages biréfringentes sont plus nombreuses. Les quartz à face d'isoscéloèdre hypertrophiée sont particulièrement frappants : ce sont les trois faces de prisme non adjacentes à cette face qui s'attaquent le plus vite et le plus profondément, au milieu plus que près des arêtes et c'est là que les cheveux se forment en premier lieu et pénètrent le plus profondément dans le cristal. Nous avons examiné un quartz de Goyaz montrant naturellement des cheveux de plusieurs millimètres de long, perpendiculairement à la face d'isoscéloèdre opposée à la face la plus étendue, les cheveux développés à partir des trois faces de prisme étant plus courts et sur toute la longueur de ces faces. Une lame perpendiculaire à l'axe ternaire taillée dans ce cristal et corrodée à HF a montré l'accroissement des cheveux préexistants, sans modifications. De telles lames dans tous les cas montrent qu'il se forme très peu de cheveux à partir de la base; on voit encore que les cheveux délimitent de véritables domaines et ne s'entremêlent pas; au voisinage de deux domaines, les

cheveux de l'un d'eux s'infléchissent de 60° et deviennent parallèles aux cheveux de la face adjacente.

Il n'y a pas de rapport entre les cheveux et les macles du quartz, on les trouve aussi bien dans les parties maclées, qu'ils traversent sans modification ou de forme ou de direction que dans les autres. Cependant, dans les parties rendues neutres par la multiplication de la macle du Brésil, les cheveux semblent se former en plus grande abondance. Lorsque la corrosion est très poussée, les limites de ces parties se fissurent rectilignement et les lignes ainsi formées, parallèles aux axes binaires s'entrecroisent avec les cheveux.

Les plages biréfringentes sont mises en évidence par la corrosion, d'autant plus énergiquement qu'elles sont plus fines et plus nombreuses, avec leur disposition constatée au microscope, par des alternances de creux et de reliefs, les figures de corrosion plus ou moins serrées mais identiques à celles des parties sans plages biréfringentes et identiquement orientées. Les quartz des gisements qui ne montrent que très peu de plages ne donnent que très peu de cheveux, mais tous en donnent et souvent d'autant plus longs qu'ils sont moins nombreux. Il est encore à noter que, quel que soit le développement et l'abondance des cheveux, il reste finalement un noyau plus ou moins étendu délimité par les plages biréfringentes les plus internes sur lesquelles lès cheveux s'arrêtent brusquement.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur la chaîne calcaire du Rif espagnol du Djebel Musa à Xauen.* Note ([1]) de MM. **M. Blumenthal**, **P. Fallot** et **A. Marin**, transmise par M. Pierre Termier.

Les traits géologiques essentiels de la Péninsule Nord-Marocaine sont connus par la carte au 1/100000e de M. Dupuy de Lôme et Milans del Bosch. Le reste de la zone espagnole a été reconnu par les Ingénieurs des Mines de l'*Instituto Geologico y Minero de España* qui élaborent une carte géologique détaillée au 1/50000e ([2]).

Ces travaux et les recherches de l'un de nous (A. M.) ont mis en évidence

---

([1]) Séance du 11 août 1930.

([2]) A. Marin, E. Dupuy de Lôme, X Milans del Bosch, *La Peninsula Norte Marroqui. Estudios relativos a la geologia de Marruecos* (*Boletin Instituto geol. de España*, 42, 1916, *passim*, avec carte géol. au 1/100000e). — A. Marin, *Notas acerca de la importancia minera de la zona de protectorado español en Marruecos* (*Boletin Instituto

la continuité de la bande de terrains paléozoïques qui, bordant la côte méditerranéenne, forme l'intérieur de l'arc montagneux du nord du Maroc, baptisé par extension du nom d'arc rifain. Ils ont de même établi la continuité, à la périphérie du Paléozoïque, de la chaîne calcaire, en majeure partie jurassique, qui, depuis le Djebel Musa (Ouest de Ceuta) jusqu'à la transversale de l'oued M'ter et au delà, est connue sur 120 à 130^{km}, et forme l'unité géologique directrice de toute la région; puis, autour de la courbe convexe dessinée par cette chaîne, la continuité du Flysch.

Une excursion commune, en avril-mai 1930, nous a permis de relever les étroites analogies qui rapprochent les formations de ces diverses zones de celles qui leur correspondent en Andalousie [1], et de préciser leur allure.

La chaîne calcaire est coupée d'accidents transversaux dont le Rio Martin à Tetuan, l'oued Lau, au Nord de Xauen, ont profité pour orienter leurs cours vers la Méditerranée. Étroite et peu élevée au Nord, elle s'élargit au sud de Tetuan et culmine vers Xauen à 2200^{m}, restant allongée à peu près Nord-Sud jusqu'à Beni Derkoul, à 100^{km} du Dj. Musa, pour s'incurver ensuite brusquement à l'Est.

Ainsi qu'il ressort des observations des géologues espagnols, l'allongement de la chaîne jurassique est, dans l'ensemble, parallèle aux lignes directrices des plissements hercyniens. C'est au rocher de Benzu, à l'ouest de Ceuta, que débute la bande jurassique. Elle se poursuit par le Dj. Fahies, en contact anormal local avec le Flysch. Les accidents du massif du Dj. Musa, isolé en avant de cette zone, devront être étudiés à part. Dès l'extrémité sud-ouest de l'arête du Dj. Fahies, le contact redevient normal, la série secondaire, réduite au minimum, subverticale ou pendant fortement au Nord-Ouest, sépare comme une étroite barrière le Paléozoïque du Flysch, sous lequel elle disparaît.

Dans ce premier tronçon, la chaîne calcaire est orientée Nord-Est-Sud-Ouest, puis, depuis la Cudia del Anazaz, Nord-Sud. Elle constitue alors la Sierra de Hauz, où elle est affectée de plis souvent aigus, quelquefois déversés *vers l'Est*. La retombée des couches secondaires vers l'Ouest, sous le Flysch, y demeure la règle, néanmoins dans ce Flysch apparaissent à Zahara, au bord du Détroit (Dupuy de Lôme), et à Lexkrex, deux

---

geol. de España, **49**, 1927, p. 1-36). — E. Dupuy de Lôme, *La geologia de la orilla africana del Estrecho de Gibraltar* (*Boletin Instituto geol. de España*, **22**, 1930, p. 36-69; sous presse). — *Livret-guide du XIVe Congrès Géologique International*, Exc. A_I, 2e Partie, par X. Milan del Bosch; Madrid, 1926, *passim*.

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 144.

lambeaux de Jurassique qui paraissent reposer sur lui, à quelques kilomètres du front de la chaîne calcaire. Leur signification demeure ambiguë.

A 7^km au nord de la vallée du Rio Martin, les accidents de la chaîne s'orientent au Sud-Est jusqu'à Tetuan, puis brusquement s'interrompent pour reprendre en direction Sud-Ouest pendant une dizaine de kilomètres. Au sud de la ville, qui se trouve donc à un point de rebroussement, la chaîne est affectée de plis pinçant du Crétacé et du Flysch, déversés au Sud-Ouest, qui passent à des imbrications et sa marge externe offre un contact anormal avec le Flysch. A hauteur de la Cudia Atba, elle reprend son orientation approximativement méridienne, ses plis se redressent et montrent de nouveau une retombée très rapide ou verticale vers l'Ouest, le Secondaire disparaissant normalement sous le Flysch. Ce dispositif n'est interrompu, plus au Sud, que par l'accident de l'oued Lau que M. Dupuy de Lôme étudie présentement.

Ainsi, très généralement, on observe le Jurassique souvent complété de Crétacé qui disparaît normalement sous le Nummulitique. En des points localisés, on peut supposer que ce contact simple n'est qu'apparent et que le Jurassique vertical, tel le front d'une unité tectonique, repose par la tranche de ses couches sur le Flysch. La résurgence de Xauen, la disposition de nombreuses sources à la limite du Jurassique et du Tertiaire sont autant d'indices de contacts anormaux qui ont été déjà soulignés (A. Marin, *loc. cit.*), mais ne préjugent pas de leur extension.

Même au cas où le bord externe du Jurassique correspondrait à des couches cisaillées par la base, chevauchant partiellement le Flysch, l'allure subverticale de leur retombée indique clairement qu'il ne saurait être question ici que d'un dispositif frontal.

La chaîne jurassique ne saurait donc offrir les racines de charriages qui auraient passé par-dessus le Flysch ou d'imbrications de grandes dimensions chevauchant ce Flysch, comme Gentil l'admettait (¹) au moins pour le nord de la Péninsule Nord-Marocaine.

(¹) *Comptes rendus*, 167, 1918, p. 363.

GLACIOLOGIE. — *Le glacier polysynthétique quaternaire de Monti Simbruini (Apennin central) : Les limites de son extension.* Note [1] de M. **Th. Biéler-Chatelan.**

Longtemps niée, l'existence de glaciers quaternaires dans l'Apennin central n'est plus mise en doute, mais on leur attribue une extension assez limitée. Dans deux Mémoires récents [2], j'ai décrit des traces glaciaires montrant qu'aux temps quaternaires le massif des Monti Simbruini dut être couvert de glaciers qui, descendant de cinq vallées parallèles, se réunirent dans l'amphithéâtre du Piano del Cavaliere pour former un glacier polysynthétique étendu, épais de plus de 300^m. Celui-ci à son tour se ramifia, continuant d'une part sa marche en avant dans la vallée du Turano jusqu'à Colle di Tora (environ 510^m d'altitude) et, d'autre part, franchissant du côté gauche les entailles d'Oricola et de Riofreddo pour descendre jusque dans la vallée de l'Aniene : 1° à la Moletta d'Arsoli (moins de 330^m); 2° à la Station de Cineto (moins de 325^m). A partir de l'origine la plus éloignée (Monte Cotento, 2014^m), son extension maximum put atteindre une cinquantaine de kilomètres jusqu'à Colle di Tora, une quarantaine jusqu'à Cineto et environ 35 jusqu'à la Moletta d'Arsoli. Ces dimensions apparemment extraordinaires ont été mises en doute par quelques glacialistes, mais je les confirme en en fournissant de nouvelles preuves, d'ordre à la fois *morphologique* (profil en U des vallées, roches aplanies ou moutonnées, roches striées, etc.) et *erratique*. En voici l'énumération :

Vallée du Turano. — 1° Juste avant Colle di Tora, l'extrémité du glacier a laissé son empreinte sur le plateau rocheux de Corneto (510^m) en le creusant légèrement et en le couvrant de moraine de fond. — 2° Ce plateau est flanqué et précédé par une série de bourrelets morainiques disposés plus ou moins symétriquement sur les deux versants de la vallée. — 3° Dans la vallée latérale dite Fosso Ovito, ancien lac de barrage glaciaire et roche

---

[1] Séance du 18 août 1930.

[2] Th. Biéler-Chatelan : 1° *Gli antichi ghiacciai plistocenici dei Monti Simbruini* (*Bollettino della Società geologica italiana*, 47, I, p. 33-45. Roma, 1928); 2° *Nuove osservazioni sulle traccie glaciali dei Monti Simbruini.* (*Ibid.*, 48, I, p. 163-175. Roma, 1929). — Depuis une quinzaine d'années, j'étudie les traces glaciaires dans la vaste région susdite, qui mesure environ 350^{km^2}.

striée. — 4° En amont de Paganico, une douzaine de cordons morainiques de retrait s'échelonnent sur $3^{km},5$, seulement sur le versant droit, au pied du Monte Cervia. Ils paraissent représenter l'extrémité d'une moraine médiane et contiennent des blocs erratiques de *poudingue miocène* qui ont parcouru une *trentaine de kilomètres* depuis le haut de la vallée du Fiojo, établissant ainsi le trait d'union entre celle-ci et la vallée du Turano. Les cordons les plus hauts atteignent plus de 300^m au-dessus du talveg. — 5° En amont des moraines du Turano, un appareil de *drumlins* recouvre le Piano del Cavaliere, qui possède une *dépression centrale*.

Vallée de l'Aniene. — 1° A la Moletta d'Arsoli, le vallon (en U) qui descend d'Oricola et de Riofreddo se termine à droite par une moraine latérale longue de 600^m, dont l'extrémité s'abaisse brusquement, à l'instar d'une langue de glacier. Sa nature morainique est prouvée : par sa forme de digue rectiligne, bien détachée du versant rocheux de la vallée par un angle rentrant; par sa composition ; *terra rossa* non stratifiée (moraine de fond) avec blocs erratiques de calcaire cristallin du miocène moyen. De la Moletta, on voit bien l'entaille en U d'Oricola traversée par le glacier et, en dessous, le profond sillon qu'il a creusé.

2° Direction de Cineto. — Le passage du glacier est attesté : *a*, par la forme en U évasé des vallons où il s'est effectué; *b*, par des roches aplanies ou moutonnées; *c*, par le transport des matériaux erratiques (boules dures de molasse, calcaire cristallin du miocène moyen, calcaire éocène bréchiforme), que l'on peut suivre pas à pas depuis Riofreddo jusqu'à la station de Cineto; *d*, par une épaisse moraine de fond dans le vallon Fosso Ferrata, dont le profil en U évasé contraste nettement avec le profil en V des vallons torrentiels voisins. Le profil en U continue jusque sous la station de Cineto, surmontée par une colline rocheuse qui commence avec une empreinte glaciaire à surface gauche et se termine par une moraine frontale, épaisse d'une centaine de mètres, contenant pêle-mêle les roches erratiques précitées. On a contesté la nature morainique de ce dépôt : on a voulu y voir une *alluvion chaotique* de l'Aniene, opinion insoutenable : *a*, parce que ce cours d'eau n'a pas une pente torrentielle (moins de 5 pour 1000); *b*, parce qu'une telle alluvion aurait dû s'étendre plus *en surface* qu'en hauteur et *remplir toute la dépression* où se trouve la moraine (qui n'en tapisse, au contraire, que le flanc amont) ou même recouvrir violemment le flanc aval (presque nu); *c*, parce qu'on devrait trouver des dépôts semblables en amont dans la vallée de l'Aniene, ce qui n'est pas le cas. L'absence de stratification

dans ce dépôt rend encore plus invraisemblable l'hypothèse d'un cône de déjection produit par un torrent des montagnes voisines. *Sa nature morainique est donc certaine* et l'existence d'une autre moraine à la Moletta d'Arsoli la confirme au besoin.

Les niveaux de base de ces deux moraines (moins de 330^m) sont les plus bas que l'on ait signalés jusqu'ici dans l'Apennin central; mais ils n'ont rien d'extraordinaire. A qui les conteste, il suffit de rappeler que dans l'Albanie méridionale, à une latitude d'environ 40°, c'est-à-dire bien plus au sud que Cineto (42°,2), E. Novák a trouvé des moraines frontales à un niveau de 300^m.

A Cineto, le glacier devait se terminer en large éventail, entre des rives rocheuses très divergentes. A la Moletta d'Arsoli, la moraine latérale bordait une langue effilée.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le vicioside.* Note de MM. **H. Hérissey** et **J. Cheymol**.

Le vicioside (vicine) est un principe immédiat azoté, isolé à l'état cristallisé des semences de Vesce par Ritthausen [1] qui, après l'avoir d'abord considéré comme un corps analogue à l'asparagine, lui reconnut ensuite une nature hétérosidique (glucosidique) [2], d'après la façon dont il se comportait en présence de l'acide sulfurique étendu et bouillant. Ritthausen n'a d'ailleurs pas pu isoler à l'état pur le ou les sucres (oses) résultant de cette hydrolyse; il les a considérés comme constitués vraisemblablement par « du glucose (et du galactose) ». A l'occasion de recherches faites par l'un de nous (H. H.) en collaboration avec M. R. Sibassié sur les glucides de quelques graines de Légumineuses [3], notre attention a été ramenée sur ce vicioside, dont nous avons repris l'étude; nous résumons brièvement dans cette Note les résultats nouveaux obtenus, sans rappeler les caractères du vicioside déjà signalés dans les Mémoires de Ritthausen.

Nous avons préparé le vicioside, en partant des semences de Vesce d'hiver,

---

(1) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 9, 1876, p. 301; *Journ. f. prakt. Chem.*, neue Folge, 24, 1881, p. 202.
(2) *Ber. d. d. chem. Ges.*, 29, 1896, p. 2108.
(3) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 884.

par une méthode analogue à celle décrite par cet auteur. Les propriétés indiquées se rapportent à des échantillons purifiés par plusieurs cristallisations dans l'alcool éthylique et finalement recristallisés dans l'eau. Le vicioside ainsi obtenu, séché à l'air, ne perd sensiblement pas de poids dans l'étuve à eau bouillante.

Détermination du pouvoir rotatoire. — Les résultats suivants se rapportent à deux échantillons différents :

I. $[\alpha]_D = -12°,64$ ($v = 55^{cm^3}$, $l = 5$, $p = 0^g,4488$, $\alpha = -31'$)
II. $[\alpha]_D = -11°,93$ ($v = 55^{cm^3}$, $l = 5$, $p = 0^g,4608$, $\alpha = -30'$)

En dehors de toute hydrolyse, l'acidification, à froid, par l'acide sulfurique (4 à 5 pour 100), des solutions aqueuses abaisse considérablement la valeur du pouvoir rotatoire qui, néanmoins, reste gauche.

Hydrolyse par les acides :

I. On a maintenu dans l'eau bouillante, pendant 4 heures, en tube scellé, 25^{cm^3} d'une solution aqueuse contenant, pour 100^{cm^3}, 2^g d'acide sulfurique et $0^g,5760$ de vicioside. La liqueur devenue dextrogyre contenait alors, pour 100^{cm^3}, $0^g,3327$ de matière réductrice exprimée en glucose, soit 57,7 pour 100 d'hétéroside cristallisé.

II. Un essai analogue pratiqué sur une solution d'hétéroside à $0^g,5000$ pour 100^{cm^3} a donné $0^g,2929$ de sucre réducteur, soit 58,5 pour 100 de vicioside.

III. Un autre essai a conduit au chiffre de 57,9 pour 100.

Hydrolyse fermentaire. — Le vicioside est hydrolysable par l'émulsine.

I. Une solution aqueuse de vicioside à $0^g,6064$ pour 100^{cm^3}, additionnée d'émulsine ($0^g,80$) contenait, après 16 jours de contact à la température du laboratoire, $0^g,3342$ de produit réducteur exprimé en glucose, soit 55,1 pour 100 d'hétéroside.

II. Un essai analogue poursuivi pendant 8 jours a conduit au chiffre de 54,57 pour 100.

Les chiffres ainsi trouvés dans le dédoublement fermentaire sont suffisamment approchés de ceux obtenus par l'hydrolyse sulfurique pour qu'on puisse conclure que le processus de décomposition de l'hétéroside est le même dans les deux cas. Ajoutons, d'autre part, que l'examen polarimétrique des liqueurs hydrolysées, soit par l'acide, soit par l'émulsine, donne des valeurs en accord avec l'hypothèse que le sucre mis en liberté serait bien du glucose *d*. C'est d'ailleurs ce que confirme la recherche suivante :

Isolement du sucre produit par hydrolyse du vicioside. — L'opération a été faite sur 10^g de vicioside qui ont été hydrolysés par 50^{cm^3} d'acide sulfurique à 20^g pour 100^{cm^3}. Le sucre a été isolé après précipitation de sa combinaison

barytique par l'alcool et décomposition de celle-ci par l'acide sulfurique dilué; on a obtenu finalement, après cristallisation dans l'alcool, un produit présentant tous les caractères du glucose *d* : il possède la multirotation; son pouvoir rotatoire définitif a été trouvé

$$[\alpha]_D = +52^\circ,46\ (v = 15^{cm^3},\ p = 0^g,3002,\ l = 2,\ \alpha = +2^\circ 6';$$

il fond au bloc Maquenne à 145-146°; il possède le même pouvoir réducteur que le glucose *d*; il fournit une phénylosazone de même point de fusion que celle de ce dernier.

La recherche, dans les produits d'hydrolyse, du galactose (présumé par Ritthausen) a conduit à des résultats négatifs : l'action de l'acide azotique n'a pas fourni la moindre trace d'acide mucique.

Le vicioside, dédoublable par l'émulsine, obéit à la règle générale [Em. Bourquelot et H. Hérissey (¹)] d'après laquelle les hétérosides hydrolysables par cet enzyme sont lévogyres et donnent du glucose *d* au nombre de leurs produits de dédoublement.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur une formule climatique applicable en géographie botanique.* Note (²) de M. **Louis Emberger**, transmise par M. Ch. Flahault.

On a tenté de donner du climat une expression synthétique et d'en dégager la résultante des divers composants d'un climat sur la végétation (Em. de Martonne, Szymkiewicz, Gaussen, Amann, etc.). Les phytogéographes se rendent compte de l'intérêt que présenterait une solution satisfaisante de ce problème.

Nos recherches ont porté sur la région méditerranéenne. Une formule générale doit être simple; elle ne peut tenir compte de *tous* les éléments météorologiques; aussi n'avons-nous retenu que les facteurs climatiques les plus importants pour la vie des végétaux : la pluie, les températures et l'évaporation. Nous avons établi la formule

$$\frac{P}{2\left[\left(\frac{M+m}{2}\right)\times(M-m)\right]}\times 100.$$

(¹) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, 27, 1908, p. 421.

(²) Séance du 23 juin 1930.

P indique la pluviosité annuelle, M, la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud, m, la moyenne des minima du mois le plus froid; $\frac{M+m}{2}$ exprime donc la moyenne des extrêmes. Deux localités pouvant avoir la même moyenne des extrêmes, mais pourtant des climats thermiques différents cette moyenne est corrigée par m; on le verra plus loin. L'évaporation a été exprimée par l'amplitude extrême (M — m); plus (M — m) est grand, plus l'évaporation est élevée. Il résulte de ces données que la sécheresse, qui domine toute vie végétale dans les pays méditerranéens, est exprimée par le quotient pluviothermique $\frac{P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)\times(M-m)}$ que l'on multiplie par $\frac{100}{2}$ pour obtenir des chiffres commodes.

En principe, un pays est d'autant plus sec que le quotient pluviothermique est plus petit.

P sera utilement corrigé par le nombre de jours de pluie pendant la période de végétation et deviendra $\frac{P\times N}{365}$; mais le nombre de jours de pluie n'est pas connu pour toutes les stations, et n'a pu, par suite, être utilisé. Nous préférons tenir compte de la moyenne des minima du mois le plus froid plutôt que de la moyenne des minima absolus, par contre, cette dernière est capitale lorsqu'il s'agit d'une végétation introduite. M — m sera avantageusement complété par la mesure directe de l'évaporation, *lorsque celle-ci sera connue pour toutes les stations de la région*. Nous n'avons encore de mesures d'évaporation que pour un petit nombre de localités; on le regrette vivement, car la mesure de l'évaporation est pratiquement le seul moyen qui permette de tenir compte du vent.

Pour le moment (M — m) exprime le mieux l'évaporation, à défaut de mesures directes. Il nous paraît inutile de remplacer (M — m) par le déficit de saturation (d); car il ne semble pas exister dans la région méditerranéenne de pays où les températures soient assez hautes pour que d soit élevé en même temps que (M — m) soit petit.

Le quotient que nous proposons manque encore de précision, même en tenant compte des perfectionnements que nous venons d'envisager. Bologne et Philippeville, par exemple, ont le même quotient pluviothermique (82) mais à Bologne m est égal à — 0,6° tandis qu'à Philippeville, il est de 6°,1, ce qui détermine des climats très différents. Il y a donc lieu de tenir compte de m. Nous avons introduit ce facteur par un système d'axes de coordonnées portant, sur l'ordonnée, le quotient pluviothermique et sur

l'abscisse, m. On remarque alors que, sur ce tableau, les localités se groupent suivant les affinités de leur climat et sont d'autant plus rapprochées que les climats sont plus voisins.

L'affinité des climats entraînant l'affinité écologique de la végétation, nous avons pu établir de véritables équivalences entre des groupements végétaux très différents par leur flore, mais rigoureusement parallèles au point de vue écologique.

La connaissance de ces faits permet de mettre de la clarté dans la classification des groupements végétaux comme les géologues l'ont fait dans leur domaine, lorsqu'ils ont pu grouper en étages des terrains de composition très variée, mais synchroniques.

La séance est levée à 15h50m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juillet 1930.

La longueur des cours d'eau principaux de la partie asiatique de l'U. R. S. S. et le procédé pour mesurer la longueur des rivières sur les cartes, par Jules Schokalsky. Moscou, 1930; 1 vol. 26^{cm},7; texte russe et français. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Traité de biocolloïdologie. Tome I : *Pratique des colloïdes*, par W. Kopaczewski. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 vol. 25^{cm},5.

Livre jubilaire du centenaire de la Société géologique de France (1830-1930). Paris, Société géologique de France, 1930; 2 vol. 28^{cm},5.

Rapport préliminaire sur la campagne du « Pourquoi-Pas ? » en 1929, par J.-B. Charcot. In *Annales hydrographiques*, 1930. Paris, Imprimerie nationale, 1930; 1 fasc. 22^{cm},7.

Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. Cinquantième rapport, 1929, par Paul-Louis Mercanton. In *Les Alpes*, n° 6. Berne, Stœmpfli et Cie, 1930; 1 fasc. 25^{cm},7.

Théorie tourbillonnaire de l'hélice propulsive, par N. Joukowski. Traduit du russe par A. Apostol. Revu et annoté par W. Wettchinkine. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 26^{cm}.

On the General Theory of a Monoplane Wing. A Theory of Slotted Æroplane Wing, par S. A. Tchapliguine. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 fasc. 26^{cm}.

La Belgique scientifique, industrielle et coloniale. In *Chimie et Industrie*. Paris, Chimie et Industrie, 1930; 1 vol. 27^{cm},7.

Lois expérimentales sur les dynamomètres à allongements statiques proportionnels aux poids suspendus. Théorie mathématique qui en résulte, par Alfred Meyer-Jaccoud. Zurich, Imprimerie Kolb et Bertschinger, 1927; 1 fasc. 23^{cm}.
